

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
9. Januar 2003 (09.01.2003)

PCT

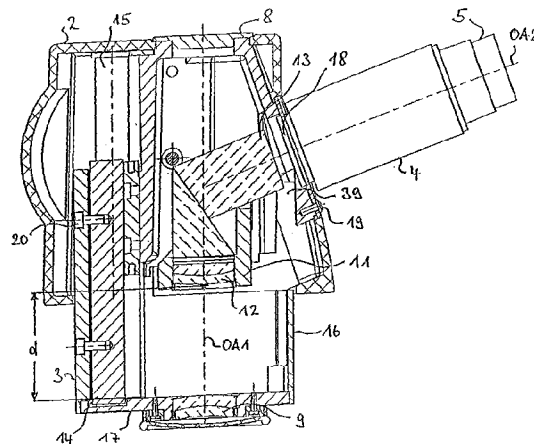
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/003099 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G02B 21/20** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CARL ZEISS JENA GMBH** [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/05252
- (22) Internationales Anmeldedatum: 13. Mai 2002 (13.05.2002) (72) **Erfinder; und**  
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **BRINKMANN, Hans** [DE/DE]; Brahmwaldstrasse 8c, 37081 Göttingen (DE). **MUCHEL, Franz** [DE/DE]; Lortzingstrasse 2, 89551 Königsbrunn (DE). **DIETRICH, Peter** [DE/DE]; Röntgenstrasse 11, 73447 Oberkochen (DE). **FREERK, Axel** [DE/DE]; Otto-Wallach-Weg 9, 37075 Göttingen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 101 30 621.0 26. Juni 2001 (26.06.2001) DE (74) **Anwälte: BREIT, Ulrich** usw.; Geyer, Fehners & Partner, Perhamerstrasse 31, 80687 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** MICROSCOPE TUBE

(54) **Bezeichnung:** MIKROSKOPTUBUS



(57) **Abstract:** The invention relates to a microscope tube consisting of: a housing (1) comprising a lower housing part (3) and an upper housing part (2), an incident lens group (9) fixed to the lower housing part (3) which is embodied for coupling to an infinite optical path of a microscope, a tube lens (12), fixed within the upper housing part, which rests with the incident lens group (9) on a mutual optical axis (OA1) and which gathers the rays supplied by the incident lens group (9) into an intermediate image, so that a finite optical path is formed between the tube lens (12) and the intermediate image; and a prism unit (13) which is fixed in the upper housing part (2) after the tube lens (12) and which deflects the further optical path (OA2) at a set angle of between 65° and 75°. Said prism unit is located in the finite optical path so that the intermediate image can be observed without further intermediate imaging, by means of a binocular lens group (4) which can be mounted on the upper part of the housing (2). The upper housing part (2) and the lower housing part (3) can be moved relative to each other along the optical axis (OA1).

(57) **Zusammenfassung:** Ein Mikroskoptubus weist ein Gehäuse (1), mit einem Gehäuseunterteil (3) und einem Gehäuseoberteil (2), eine am Gehäuseunterteil (3) befestigten Eintrittsoptik (9), die zum Ankoppeln an einen Unendlichstrahlengang eines Mikroskopes ausgebildet ist, eine im Gehäuseoberteil (2) befestigten Tubuslinse (12), die mit der Eintrittsoptik (9)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/003099 A2



**(81) Bestimmungsstaaten** (*national*): JP, US.

**(84) Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

auf einer gemeinsamen optischen Achse (OA1) liegt und von der Eintrittsoptik (9) zugeführte Strahlbüschel in einem Zwischenbild zusammenführt, so dass zwischen Tubuslinse (12) und dem Zwischenbild ein Endlichstrahlengang gebildet ist, und eine im Gehäuseoberteil (2) befestigte und der Tubuslinse (12) nachgeordnete Prismeneinheit (13) auf, die den weiteren Strahlengang (OA2) um einen festen Winkel zwischen 65° und 75° ablenkt und so im Endlichstrahlengang liegt, dass das Zwischenbild ohne weitere Zwischenabbildungen mit einer am Gehäuseoberteil (2) anbringbaren Binokularoptik (4) betrachtbar ist, wobei Gehäuseoberteil (2) und Gehäuseunterteil (3) entlang der optischen Achse (OA1) gegeneinander verschiebbar sind.

5

### Mikroskoptubus

Die Erfindung bezieht sich auf einen Mikroskoptubus, der zum Ankoppeln an einen Unendlichstrahlengang eines Mikroskopes ausgebildet ist und eine Tubuslinse aufweist, die ein  
10 Zwischenbild erzeugt, das über eine Binokularoptik betrachtbar ist.

Derartige Mikroskoptuben sind bekannt. So beschreibt bspw. die DE 195 138 70 A1 einen Mikroskoptubus mit einer Tubuslinse, die das Bild in eine Zwischenbildebene eines Okulars überträgt und eine entsprechende Ablenkelnrichtung aufweist, um eine bequeme Betrachtung des Bildes über  
15 ein Binokular zu ermöglichen. Dieser Mikroskoptubus ist so ausgebildet, daß der Winkel, um den der Strahlengang abgelenkt wird, mittels eines Prismas sowie eines drehbaren Spiegels, über einen großen Winkelbereich verstellbar ist. Dadurch ist der Einblickwinkel, unter dem ein Betrachter in den Mikroskoptubus sehen kann, verstellbar.

20 Mit einer derartigen Verstellung des Einblickwinkels verändert sich aber auch automatisch die Höhe des Tubuseinblickes. Um dies auszugleichen, ist in der DE 198 285 48 A1 ein Zwischentubus als modulares, separates Bauteil vorgesehen, das im Unendlichstrahlengang eines Mikroskopes dem die Binokularoptik tragenden Mikroskoptubus vorgeschaltet werden kann. Dieser Zwischentubus erlaubt eine Höhenverstellung, so daß in Kombination mit dem aus DE 195 138 70 A1 bekannten Tubus mit  
25 verstellbarem Einblickwinkel sowohl der Winkel als auch die Höhe des Tubuseinblickes in weiten Bereichen verstellt werden kann.

Dieses Konzept, einen möglichst ergonomisch günstigen Tubuseinblick zu schaffen, hat jedoch den Nachteil, daß der aus der DE 195 138 70 A1 bekannte Mikroskoptubus mit veränderbaren  
30 Einblickwinkel auf Tubuslinsen mit relativ großer Schnittweite angewiesen ist, da zur Schwenkung des Betrachtereinblickes zusätzliche optische Reflexionen erforderlich sind, was die optische Weglänge zwangsläufig verlängert. Die DE 195 138 70 A1 sieht deshalb besondere Tubuslinsen vor, was aber nicht immer erwünscht ist. Möchte man auf solche Sonder-Tubuslinsen verzichten, kann alternativ eine zusätzliche Zwischenabbildung realisiert werden, die allerdings die Bautiefe des Mikroskoptubusses  
35 beträchtlich vergrößert. Dies kann ergonomisch wiederum nachteilig sein, da dann mitunter die Lage des Einblickes in den Mikroskoptubus in relativ großem Abstand zu den Fokussierstellrädern des Mikroskopes geraten kann.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde einen der Ergonomie förderlichen Mikroskoptubus zu schaffen, der auch bei Tubuslinsen kurzer Schnittweite brauchbar ist.

5 Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Mikroskoptubus mit einer Eintrittsoptik, die zum Ankoppeln an einen Unendlichstrahlengang eines Mikroskopes ausgebildet ist, einer Tubuslinse, die von der beabstandet liegenden Eintrittsoptik zugeführte Strahlbüschel in einem Zwischenbild zusammenführt, so daß zwischen Tubuslinse und dem Zwischenbild ein Endlichstrahlengang gebildet ist, und einer der Tubuslinse nachgeordneten Prismeneinheit, die den weiteren Strahlengang um einen festen Winkel zwischen 65° und 75° ablenkt und so im Endlichstrahlengang liegt, daß das Zwischenbild ohne weitere  
10 Zwischenabbildungen mit einer am Gehäuseoberteil anbringbaren Binokularoptik betrachtbar ist, wobei eine Höhenverstelleinrichtung vorgesehen ist, mit der der Abstand zwischen Eintrittsoptik und Tubuslinse verstellbar ist.

Die Erfindung nimmt also vom bisher üblichen Vorgehen Abkehr, bei dem ein möglichst universell verstellbar Mikroskoptubus angestrebt wurde. Statt dessen wird nunmehr ein fester Einblickwinkel von etwa 20° vorgesehen, der mit einer Höhenverstellung kombiniert wird. Ein derartig fixer Einblickwinkel wurde als ergonomisch günstiger erkannt, da die weite Verstellbarkeit des Einblickwinkels nach dem Stande der Technik regelmäßig zu Fehleinstellungen durch die Benutzer führte. Um die Höhenlage des Tubuseinblickes optimal wählen zu können, ist dieser feste Einblickwinkel im Mikroskoptubus mit  
20 einer integrierten Höhenverstelleinrichtung kombiniert. Diese erfindungsgemäße Kombination -Wahl eines festen Einblickwinkels nahe 20° und möglichst große Verstellbarkeit der Höhenlage- erlaubt es, die konstruktiv und fertigungstechnisch aufwendigere Lösung mit einem modularen Zwischentubus zu vermeiden. Durch die Integration der Höhenverstelleinrichtung in das Mikroskoptubusgehäuse werden fertigungstechnische Vorteile erreicht, so daß ein derartiger Mikroskoptubus kostengünstiger ist.

25 Durch die Wahl des festen Einblickwinkels und den Verzicht auf fehleinstellungsträchtige Winkelverstellmechanismen baut der Mikroskoptubus darüberhinaus kleiner, insbesondere kürzer. Dadurch wird ein unergonomisch großer Abstand zwischen Tubuseinblick und Fokussierstellknöpfen eines Mikroskopes vermieden.

30 Die im Gehäuse vorgesehene Prismeneinheit bewirkt die für den ergonomisch günstigen Einblickwinkel erforderliche Strahlablenkung. Hier hat sich ein Ablenkwinkel, der als Ergänzungswinkel zwischen ursprünglicher optischer Achse und nach der Ablenkung vorliegender optischer Achse definiert ist, zwischen 65° und 75° als zu einem besonders ergonomischen Einblickwinkel führend  
35 erwiesen.

In einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung sieht die Erfindung vor einen Mikroskoptubus mit einem Gehäuse, das ein Gehäuseoberteil und ein Gehäuseunterteil aufweist, in dem die Eintrittsoptik

befestigt ist, während das Gehäuseoberteil die Tubuslinse trägt, die mit der Eintrittsoptik auf einer gemeinsamen optischen Achse liegt, wobei Gehäuseoberteil und Gehäuseunterteil entlang der optischen Achse gegeneinander verschiebbar sind. Dieses zweiteilige Gehäuse baut besonders klein und nimmt auf vorteilhafte Weise die Höhenverstelleinrichtung auf.

5

Der erfindungsgemäße Mikroskoptubus hat weiter den Vorteil, daß verschiedene Prismeneinheiten ohne wesentliche bauliche Veränderungen der anderen Bauteile verwendet werden können.

Da in der biomedizinischen Anwendung von Mikroskopen bislang hauptsächlich Mikroskoptuben mit umgekehrter Bildlage verwendet wurden, hat dies zu einem Gewöhnungseffekt geführt. Diese Anwender bevorzugen deshalb Mikroskoptuben mit umgekehrter Bildlage. Für solche Anwendungen ist deshalb vorzugsweise ein Mikroskoptubus mit einer Prismeneinheit vorgesehen, die durch eine Zweifachreflektion die Bildlage nicht ändert. Besonders zweckmäßig ist dabei eine Prismeneinheit, die ein erstes und ein zweites Prisma aufweist, die um einen Luftspalt beabstandet sind, wobei das in das erste Prisma eintretende Strahlbüschel zuerst an seiner dem Luftspalt zugeordneten Fläche total reflektiert und dann an einer benachbarten, verspiegelten Fläche zum zweiten Prisma hin reflektiert. Ein derartiger Prismenaufbau hat den Vorteil, daß die dabei anfallende optische Weglänge äußerst kurz ist. Er kann deshalb vorteilhaft auch bei Tubuslinsen mit kurzer Schnittweite Anwendung finden. Besteht diese Randbedingung nicht, können natürlich auch andere Prismenanordnungen verwendet werden, die eine geradzahlige Anzahl von Reflexionen zur Ablenkung einsetzen.

Bei Anwendungen in der Materialprüfung bevorzugen die Benutzer häufig eine aufrechte seitenrichtige Bildlage, damit die Verschieberichtung eines Präparates mit der Bildbewegung übereinstimmt. Für solche Anwendung ist deshalb eine Prismeneinheit vorteilhaft, die eine einmalige Reflexion zur Höhenumkehr mit einer entsprechenden Vorrichtung zur Seitenumkehr kombiniert. Besonders einfach wird dies durch eine Prismeneinheit erreicht, die eine Bildlageninvertierung bewirkt und dazu ein verspiegeltes Dachflächenpaar aufweist, das bekanntermaßen eine Seitenumkehr zur Folge hat.

Die Höhenverstelleinrichtung muß den Abstand zwischen Tubuslinse und Eintrittsoptik, mit der die Strahlbüschel aus dem Unendlichstrahlengang des Mikroskopes aufgenommen werden, veränderbar gestalten, wobei günstigerweise die der Tubuslinse nachgeschaltete Optik stets in festem Abstand zur Tubuslinse bleibt. Besonders einfach ist dies insbesondere im Fall afokaler Eintrittsoptiken, die aus Bildkorrekturgründen zu bevorzugen sind, durch eine Ausbildung des Gehäuses zu erreichen, bei dem ein Gehäuseunterteil in ein Gehäuseoberteil teleskopartig hineinschiebbar ist, wenn das Gehäuseunterteil die Eintrittsoptik und das Gehäuseoberteil die Tubuslinse samt nachgeordneter Optik trägt.

Zur Führung der die Eintrittsoptik tragenden Einheit und der die Tubuslinse samt nachgeordneter Optik tragenden Einheit können bekannte Führungsstangen verwendet werden. Eine besonders exakte Führung wird mit einer Kugelumlauführung erreicht, bei der vorzugsweise ein Führungswagen auf einer Führungsschiene läuft. Eine solche Kugelumlauführung hat weiter den Vorteil, daß  
5 kostengünstige Standardbauteile verwendet werden können.

An den Antrieb der Höhenverstelleinrichtung sind nur geringe Anforderungen zu stellen, wenn die gegenseitige Lage durch die Führung garantiert ist. Eine geringe Präzision wirkt sich dann nur auf die Bequemlichkeit der Höheneinstellung aus, nicht jedoch auf die optischen Eigenschaften des  
10 Mikroskoptubus. Ein besonders einfacher Mechanismus mit gleichzeitig relativ hoher Verstellgenauigkeit wird mit einem Zahnstangenantrieb erreicht. Dieser kann so ausgebildet sein, daß an einer am Gehäuseunterteil befestigten Zahnstange ein am Gehäuseoberteil drehbar befestigtes Zahnrad eingreift. Natürlich kann die Lage von Zahnrad und Zahnstange auch umgekehrt werden.

Es hat sich generell als günstig erwiesen, wenn bei einem Mikroskoptubus mit einer Höhenverstelleinrichtung eine einmal eingestellte Höhenlage nicht unbeabsichtigt wieder verstellt werden kann. Hierzu ist prinzipiell jeder geeignete Fixierungsmechanismus tauglich, der einer Verstellung des Abstandes zwischen Eintrittsoptik und Tubuslinse entgegenwirkt; bspw. sind entsprechende Verschlüsse denkbar, die den Verstellmechanismus blockieren, wie Sperrhebel o. ä.  
15 Besonders zweckmäßig ist ein Verstellmechanismus, der nicht separat blockiert werden muß, sondern bei dem zur Verstellung immer eine gewisse Kraft überwunden werden muß. Eine diesbezügliche besonders einfache Ausgestaltung ist eine Rutschkupplung, die den Höhenverstellmechanismus von Eintrittsoptik und Tubuslinse hemmt.

Bei einem durch eine drehbare Welle angetriebenen Verstellmechanismus wird man eine solche Rutschkupplung vorteilhafterweise zwischen Welle und einem Gehäuseteil, in dem die Welle gehalten ist, vorsehen. In einer besonders günstig zu fertigenden Realisierung ist eine in einem Gehäuseteil drehbar gehaltene Welle vorgesehen, deren Drehung die gegenseitige Verschiebung von Eintrittsoptik und Tubuslinse antreibt, wobei auf der Welle drehfest eine Rutschscheibe sitzt, die auf einem am  
25 Gehäuseteil befestigten Rutschbelag gespannt ist, so daß eine die Drehung der Welle hemmende Rutschkupplung gebildet ist. Diese Bauweise kommt mit wenig bewegten Teilen sowie mit nur wenigen Reibbelägen aus. Besonders vorteilhaft können die Reibbeläge Teflon aufweisen, da diese besonders verschleißfest sind.

Ein Feststellmechanismus, insbesondere in der Ausgestaltung als Rutschkupplung, hat den Vorteil, daß die gewählte Höhenlage weitestgehend unabhängig vom Gewicht des Mikroskoptubusses bzw. vom Gewicht, das bspw. durch eine Kamera auf dem Mikroskoptubus lastet, beibehalten bleibt.  
35

Bei einem Mikroskop mit vertikal ausgerichteter optischer Achse wird zum Vergrößern des Abstandes zwischen Eintrittsoptik und Tubuslinse meist die Tubuslinse samt der nachgeschalteten Optik, insbesondere samt dem Okular nach oben bewegt. Für die Vergrößerung des Abstandes ist dann eine andere Kraft erforderlich als für eine Verringerung des Abstandes zwischen Eintrittsoptik und Tubuslinse. Um diesen ergonomisch nachteiligen Effekt auszugleichen, ist es zweckmäßig, zwischen der Eintrittsoptik tragenden Halterung, bspw. dem Gehäuseunterteil, und der die Tubuslinse mit der nachgeschalteten Optik tragenden Halterung, bspw. dem Gehäuseoberteil, eine Federeinheit einzuspannen, die für weitgehend kraftlose Verstellung des Abstandes zwischen Eintrittsoptik und Tubuslinse in beide Richtungen sorgt.

10

Der Winkel, um den die Prismeneinheit den Strahlengang ablenkt, kann im erfindungsgemäßen Bereich zwischen  $65^\circ$  und  $75^\circ$  frei gewählt werden. Als besonders ergonomisch hat sich ein Ablenkwinkel nahe oder gleich  $70^\circ$  erwiesen, so daß bei vertikalem Verlauf der optischen Achse ein Einblickwinkel nahe oder gleich  $20^\circ$  erreicht ist.

15

Zum Aufzeichnen von Bildern werden bei Mikroskopen häufig Kameras angebaut. Besonders zweckmäßig ist es dabei, daß die Kamera dann in der Zwischenbildebene der Tubuslinse zu liegen kommt. Dies könnte prinzipiell durch Befestigen der Kamera am Okulareinblick erfolgen. Als vorteilhafter hat sich jedoch erwiesen, daß die Prismeneinheit aus dem Strahlengang herausbewegt werden kann und ein Kameraanschluß vorgesehen ist, über den bei herausbewegter Prismeneinheit das Zwischenbild mit einer am Kameraanschluß befestigten Kamera aufnehmbar ist, so daß das Zwischenbild direkt in eine Kamera abgebildet wird. Das Okular kann dann bei montierter Kamera in Position bleiben und muß nicht abgenommen werden.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung beispielhaft noch näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

- Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Mikroskoptubus von oben,  
Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des Mikroskoptubus von unten,  
Fig. 3 eine Längsschnittdarstellung entlang der optischen Achse durch den Mikroskoptubus,  
Fig. 4 eine Querschnittdarstellung durch den Mikroskoptubus in der Ebene eines Höhenverstellmechanismus,  
Fig. 5 eine weitere Längsschnittdarstellung des Mikroskoptubus in der Ebene der optischen Achse und des Verstellmechanismus,  
Fig. 6 ist eine schematische Darstellung einer Prismeneinheit des Mikroskoptubus und  
Fig. 7 eine optionale Ausgestaltung der Prismeneinheit.

Figur 1 zeigt in einer perspektivischen Darstellung einen Mikroskoptubus, der zur Montage auf ein Stativ eines Mikroskopes gedacht ist. Der Mikroskoptubus weist ein zweiteiliges Gehäuse mit einem Gehäuseoberteil 2 und einem Gehäuseunterteil 3 auf. Am Gehäuseoberteil 3 ist ein Binokularteil befestigt, das, wie später noch näher erläutert werden wird, einen Einblickwinkel von 20° gewährt, wenn das Gehäuse 1 des Mikroskoptubus auf einem Mikroskop mit vertikal verlaufender Achse montiert ist. In das Binokularteil 4 sind zwei Okulareinsätze 5 und 6 eingesetzt, deren Abstand auf den Augenabstand des Benutzers eingestellt werden kann.

Das Gehäuse 1 des Mikroskoptubus ist dahingehend verstellbar, daß das Gehäuseunterteil 3 teleskopartig in das Gehäuseoberteil 2 eingeschoben werden kann. Diese Teleskopbewegung wird über ein Höhenverstellrad 7 betätigt. Auf der Oberseite des Gehäuses 1 ist weiter noch ein Deckel 8 zu sehen, der für einen noch zu erläuternden Kameraanschluß vorgesehen ist.

Figur 2 zeigt den Mikroskoptubus perspektivisch von unten. Im Boden des Gehäuseunterteils 3 ist eine Eintrittsoptik 9 vorgesehen, über die Strahlung aus dem Unendlichstrahlengang des Mikroskops eingekoppelt werden kann. Zur Befestigung auf dem Mikroskopstativ weist das Gehäuseunterteil 3 an seinem Boden weiter Gewindelöcher 10 auf, über die das Gehäuse 1 mit dem Mikroskopstativ verschraubt werden kann.

Figur 3 zeigt in einer Schnittdarstellung den inneren Aufbau des Mikroskoptubusses. Die Eintrittsoptik 9, die im Boden 17 des als Kulissee ausgebildeten Gehäuseunterteils 3 angeordnet ist, kommt bei Befestigungen des Mikroskoptubusses auf einem Mikroskopstativ auf der optischen Achse OA1 des Mikroskopes zu liegen. Die Eintrittsoptik 9, die im vorliegenden Beispiel aus zwei Linsen aufgebaut ist, ist afokal, d.h. sie verlängert den telezentrischen Bereich im Unendlichstrahlengang des Mikroskopes.

Der Eintrittsoptik 9 ist eine Tubuslinse 12 nachgeschaltet, die in einem Prismenhalter befestigt ist, der eine der Tubuslinse 12 nachgeordnete Prismeneinheit 13 trägt. Die Tubuslinse 12 bringt die Strahlbüschel, die von der Eintrittsoptik 9 im Unendlichstrahlengang geführt werden, zu einer Zwischenabbildung, die dann durch das Binokularteil 4 sichtbar wird. Dabei bewirkt die Prismeneinheit 13 eine Ablenkung des Strahlengangs um einen Winkel von 70°. Der Aufbau der Prismeneinheit 13 wird später anhand der Figur 6 noch näher erläutert.

Die von der Prismeneinheit 13 abgelenkten Strahlen fallen durch eine Binokularöffnung 18, die in einem Binokularflansch 19 gebildet ist, welcher über Schrauben am Gehäuseoberteil 2 befestigt ist, in das Binokularteil 4 und können von dort mit Hilfe der Okulareinsätze 5 und 6 in Form des Zwischenbildes betrachtet werden.



An einer Wandung des Gehäuseunterteils 3 ist über Schrauben 20 ein Führungswagen 14 einer Kugelumlaufführung befestigt, der auf einer am Gehäuseoberteil 2 befestigten Führungsschiene 15 läuft. Die Kugelumlaufführung bewirkt eine exakte Vertikalführung des Gehäuseunterteils 3 gegenüber dem Gehäuseoberteil 2 entlang der optischen Achse OA1.

5

Im maximal ausgezogenen Zustand, d. h. wenn der Führungswagen 14 an einem (in der Zeichnung nicht dargestellten) verstellbaren Anschlag anliegt, ist die Höhe d, d. h. der Abstand zwischen Eintrittsoptik 9 und Tubuslinse 12 maximal. Zum Vermindern der Höhe d, wird das Gehäuseunterteil 3 in das Gehäuseoberteil 2 eingeschoben, was bei einer Befestigung des Gehäuseunterteils 3 auf einem

10 Mikroskopstativ zur Folge hat, daß die Einblickhöhe, mit der ein Benutzer des Mikroskopes in die Okulareinsätze 5 und 6 blickt, abnimmt.

Beim Einschieben des Gehäuseunterteils 3 in das Gehäuseoberteil 2 läuft die Wandung des Gehäuseunterteils in das Gehäuseoberteil hinein. Dies ist beispielhaft an der Kulissenwand 16 zu

15 sehen. Damit das Gehäuseunterteil 3 möglichst so weit in das Gehäuseoberteil eingeschoben werden kann, bis die Eintrittsoptik 9 in minimal zulässigen Abstand zur Tubuslinse 12 liegt, ist an der Rückseite des Binokularflansches 19 ein Spalt 39 vorgesehen, der sich zwischen der Prismeneinheit 13 und dem Binokularflansch 19 befindet und in dem die Kulissenwand 16 Platz finden kann. Die maximale Einschubtiefe des Gehäuseunterteils 3 in das Gehäuseoberteil 2 ist somit durch den Abstand zwischen

20 der Unterkante des Gehäuseoberteils 2 und der Oberkante des Spaltes 39 bestimmt. Da dieser Abstand durch die Länge der Prismeneinheit 13 begrenzt ist, die aus optischen Gründen nicht beliebig gewählt werden kann, ist deshalb für einen möglichst großen Verstellbereich der Spalt 39 so ausgebildet, daß die Kulissenwand 16 an der Prismeneinheit 13 vorbeiläuft, ohne jedoch in den optischen Strahlengang zum Binokularteil 4, d. h. in Überdeckung mit der Binokularöffnung 18 zu

25 geraten.

Durch die Höhenverstellung wird bei fest auf einem Mikroskopstativ befestigtem Gehäuseunterteil 3, das Gehäuseoberteil 2 samt daran befestigtem Okularteil 4 angehoben, wenn die Höhe d vergrößert wird. Als Antrieb ist das Höhenverstellrad 7 vorgesehen, das eine Welle 25 antreibt. Die Figuren 4 und

30 5 zeigen verschiedene Schnittdarstellungen durch den Mikroskoptubus 1, jeweils in der Ebene dieser Welle 25.

Die Welle 25 ist im Gehäuseoberteil 1 gelagert und trägt ein über eine Madenschraube 31 drehfest befestigtes Mitnehmerstück 27. Auf dem Mitnehmerstück 27 sitzt ein Zahnrad 32, das durch das

35 Höhenverstellrad 7 gedreht werden kann. Das Zahnrad 32 greift in eine am Gehäuseunterteil 3 befestigte Zahnstange 30 ein, so daß Zahnstange 30 und Zahnrad 32 einen Zahnstangenantrieb zum Verändern der Höhe d bilden. Um die Verstellung möglichst kraftlos zu gestalten, sind Federeinheiten 26 zwischen Gehäuseoberteil 2 und Gehäuseunterteil 3 eingespannt, die das Eigengewicht des

Gehäuseoberteils 2 sowie des daran befestigten Binokularteils 4 ausgleichen. Vorzugsweise ist die Spannung jeder Federeinheit 26 geeignet verstellbar, um Anpassungen an verschieden schwere Binokularteile 4 zu ermöglichen. Damit bei Aufwärts- und Abwärtsbewegung gleiche Verhältnisse herrschen, haben die Federeinheiten eine sehr flache Federkennlinie, die genau so gewählt ist, daß sie das Gewicht der beweglichen Teile, d. h. des Gehäuseoberteils 2 samt angebaute Bauteile ausgleicht.

Da jedoch am Mikroskoptubus 1 anstelle des Deckel optional auch eine Kamera befestigt werden kann - dann nimmt das von den Federeinheiten abzustützendes Gewicht zu - ist zusätzlich eine Rutschkupplungseinheit vorgesehen. Diese weist im Ausführungsbeispiel eine Teflonplatte 28 auf, die an einer Wandung des Gehäuseoberteils 2 sitzt. Auf diese Teflonplatte wird über eine auf der Welle 25 liegende Tellerfeder 33 eine Reibscheibe 29, die ebenfalls aus Teflon bestehen kann, gedrückt. Die Tellerfeder 33 stützt sich dazu an einer Stützplatte 34 ab, die auf der Welle 25 befestigt ist, und weist eine einstellbare Vorspannung auf, so daß ihre Haltekraft einstellbar ist. Optional kann zusätzlich noch eine Klemmschraube eingesetzt werden, wobei mit herkömmlicher Auslegung der Tellerfeder Gewichte bis 5 kg abgestützt werden können.

Der Mikroskoptubus 1 ist so gestaltet, daß verschiedene Prismeneinheiten eingesetzt werden können. In einer ersten Variante ist die in Fig. 6 dargestellte Prismeneinheit vorgesehen, die eine zweiteilige Prismengruppe aufweist. Sie besteht aus einem Bauernfeindprisma 21, das als Umlenkprisma wirkt. Es weist an seiner vertikal liegenden Prismenfläche eine Spiegelfläche 24 auf. Ein Zusatzprisma 22 liegt über einem Luftspalt 23 von wenigen 1/10 mm vom Bauernfeindprisma 21 getrennt und bewirkt, daß der schief den Luftspalt 23 durchtretende Strahlengang aus der Prismeneinheit an einer senkrecht zur optischen Achse OA2 liegenden Fläche austritt. Durch die Länge des Zusatzprisma 23 kann der optische Strahlengang verkürzt werden, da in Glas zurückgelegte Lichtwege eine kürzere optische Weglänge als die gleiche Distanz in einem Luftweg bedeuten. Die Tatsache, daß der Luftspalt 23 von der optischen Achse OA2 und damit vom Strahlengang schräg durchsetzt wird, ist nicht nachteilig für die Bildqualität. Da im Bauernfeindprisma 21 am Luftspalt 23 und an der Spiegelfläche 24 insgesamt zwei Reflektionen stattfinden, bleibt die ursprüngliche Bildlage unverändert. Weiter ist ein spezielles Glas eingesetzt, das durch geeigneten Brechwert die Totalreflexion ermöglicht und gleichzeitig für die Einhaltung der Tubuslinsenschnittweite sorgt.

Optional zur Prismengruppe der Figur 6 kann auch das schematisch in der perspektivischen Darstellung der Figur 7 gezeigte Prisma verwendet werden, das eine Bildinversion, d. h. eine Umkehr der Bildlage hinsichtlich Höhen- und Seitenorientierung bewirkt. Die Prismeneinheit ist als einteiliges Dachflächenprisma 38 ausgebildet, das eine Eintrittsfläche 36 senkrecht zur optischen Achse OA1 und eine Austrittsfläche 37 senkrecht zur optischen Achse OA2 aufweist. Zwei verspiegelte Dachflächen 38 bewirken die entsprechende Strahlablenkung. Da der Strahlengang im Dachflächenprisma 35 nur

einmal reflektiert wird, ergibt sich eine Höheninversion. Die zwei Dachflächen 38 haben gleichzeitig eine Seitenvertauschung zur Folge.

5 Beide Prismen lenken den Strahlengang um etwa  $70^\circ$  ab, so daß die optische Achse OA2 unter einem Winkel von etwa  $20^\circ$  zur Horizontalen verläuft, wenn die optische Achse OA1 vertikal ausgerichtet ist.

10 Die Prismeneinheiten 13 der Figuren 6 und 7 sind so gestaltet, daß sie als austauschbare Module eingesetzt werden können. Somit kann ein- und derselbe Mikroskoptubus je nach Anwenderwunsch entweder ein seiten- und höhenrichtiges oder ein entsprechend invertiertes Bild am Binokularteil 4 zeigen. Umfangreiche optische oder mechanische Änderungen sind dazu nicht erforderlich.

15 Um anstelle des Deckels 8 eine Kamera zu befestigen, ist eine (nicht dargestellte) Befestigungsvorrichtung vorgesehen, weiter sitzt die Prismeneinheit 13 auf einem (nicht dargestellten) Schlitten, um sie aus dem Strahlengang bewegen zu können, wenn mit der Kamera ein Bild aufgezeichnet werden soll.

5

### Patentansprüche

1. Mikroskoptubus mit

- einer Eintrittsoptik (9), die zum Ankoppeln an einen Unendlichstrahlengang eines Mikroskopes ausgebildet ist,
- einer Tubuslinse (12), die von der beabstandet liegenden Eintrittsoptik (9) zugeführte Strahlbüschel in einem Zwischenbild zusammenführt, so daß zwischen der Tubuslinse (12) und dem Zwischenbild ein Endlichstrahlengang gebildet ist, und
- einer der Tubuslinse (12) nachgeordneten Prismeneinheit (13), die den weiteren Strahlengang (OA2) um einen festen Winkel zwischen 65° und 75° ablenkt und so im Endlichstrahlengang liegt, daß das Zwischenbild ohne weitere Zwischenabbildungen mit einer am Gehäuseoberteil (2) anbringbaren Binokularoptik (4) betrachtbar ist, wobei
- eine integrierte Höhenverstelleinrichtung (2, 3) vorgesehen ist, mit der der Abstand zwischen Eintrittsoptik (9) und Tubuslinse (12) verstellbar ist.

20

2. Mikroskoptubus nach Anspruch 1, mit

- einem Gehäuse (1), das ein Gehäuseunterteil (3) und ein Gehäuseoberteil (2) aufweist, wobei die Eintrittsoptik (9) am Gehäuseunterteil (3) und die Tubuslinse am Gehäuseoberteil (2) befestigt ist, Tubuslinse (12) und Eintrittsoptik (9) auf einer gemeinsamen optischen Achse (OA1) liegen und Gehäuseoberteil (2) und Gehäuseunterteil (3) entlang der optischen Achse (OA1) gegeneinander verschiebbar sind.

25

3. Mikroskoptubus nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Prismeneinheit (13) ein erstes und ein zweites Prisma (21, 22) aufweist, die um einen Luftspalt (23) beabstandet sind, wobei das erste Prisma (21) eintretende Strahlbüschel zuerst an seiner dem Luftspalt (23) zugeordneten Fläche totalreflektiert und dann an einer benachbarten, verspiegelten Fläche (24) zum zweiten Prisma (22) hinreflektiert.

30

4. Mikroskoptubus nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Prismeneinheit (13) eine Bildlageninvertierung bewirkt und dazu ein verspiegeltes Dachflächenpaar (38) aufweist.

35

5. Mikroskoptubus nach einem der obigen Ansprüche in Verbindung mit Anspruch 2, bei dem das Gehäuseunterteil (3) in das Gehäuseoberteil (2) teleskopartig hineinschiebbar ist.

6. Mikroskoptubus nach einem der obigen Ansprüche, wobei die Höhenverstelleinrichtung eine Kugelumlauführung (14, 15) zur Führung von Eintrittsoptik (9) und Tubuslinse (12) aufweist.
- 5 7. Mikroskoptubus nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Höhenverstelleinrichtung einen Zahnstangenantrieb (30, 32) aufweist.
8. Mikroskoptubus nach einem der obigen Ansprüche, dessen Strahlengang um einen Winkel nahe oder gleich  $70^\circ$  abgelenkt ist, so daß bei vertikalem Verlauf der optischen Achse (OA1) der  
10 Tubuslinse 12 ein Einblickwinkel nahe oder gleich  $20^\circ$  erreicht ist.
9. Mikroskoptubus nach einem der obigen Ansprüche, wobei die Prismeneinheit (13) aus dem Strahlengang hinaus bewegt werden kann und ein Kameraanschluß (8) vorgesehen ist, über den bei  
15 aus dem Strahlengang herausbewegter Prismeneinheit (13) das Zwischenbild mit einer am Kameraanschluß (8) befestigbaren Kamera aufnehmbar ist.
10. Mikroskoptubus vorzugsweise nach einem der obigen Ansprüche, bei dem eine Höhenverstelleinrichtung eine Rutschkupplung aufweist.
- 20 11. Mikroskoptubus nach den Ansprüchen 2 und 10, mit einer am Gehäuseoberteil (2) drehbar gehaltenen Welle (25), deren Drehung die gegenseitige Verschiebung von Gehäuseoberteil (2) und Gehäuseunterteil (3) antreibt, wobei auf der Welle drehfest eine Rutschscheibe (29) sitzt, die auf einen am Gehäuseoberteil befestigten Rutschbelag (28) beaufschlagt ist, so daß eine die Drehung der Welle  
25 (25) hemmende Rutschkupplung gebildet ist.
12. Mikroskoptubus nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Höhenverstelleinrichtung eine vorgespannte Federeinheit (26) aufweist.

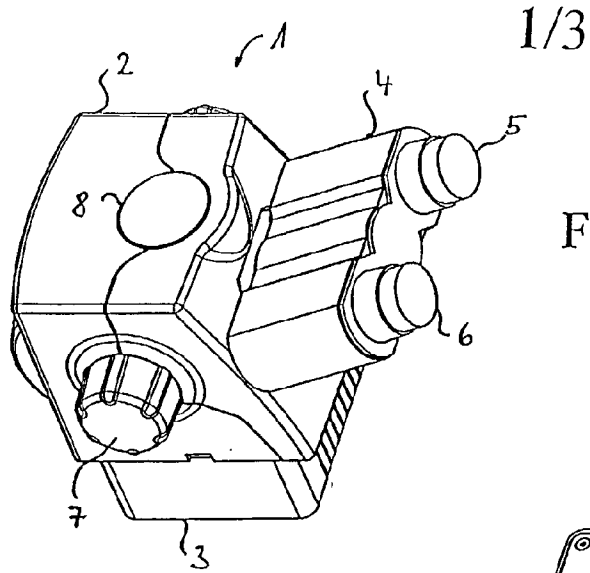


Fig. 1

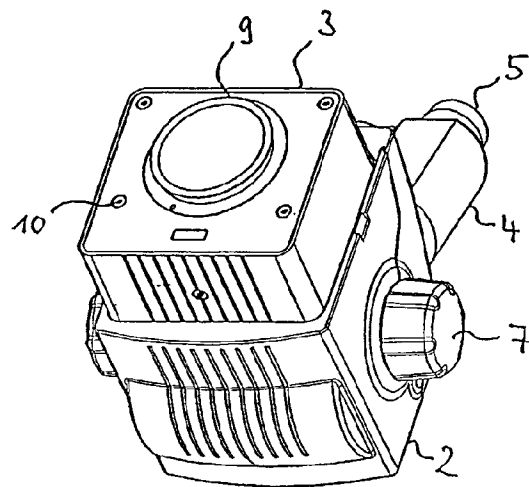


Fig. 2

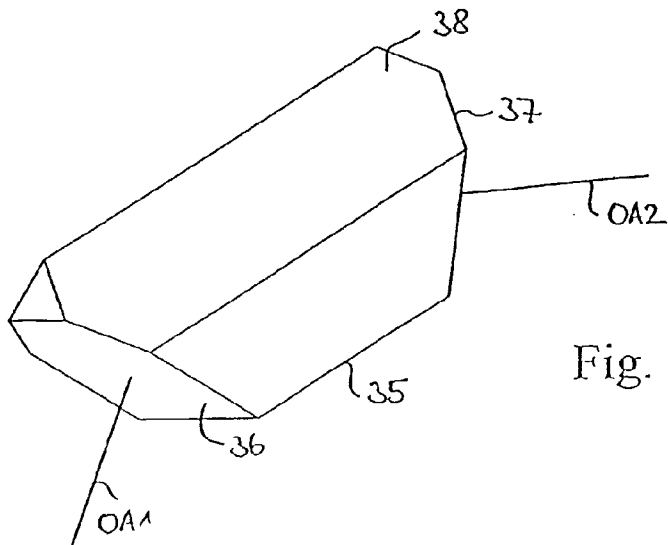
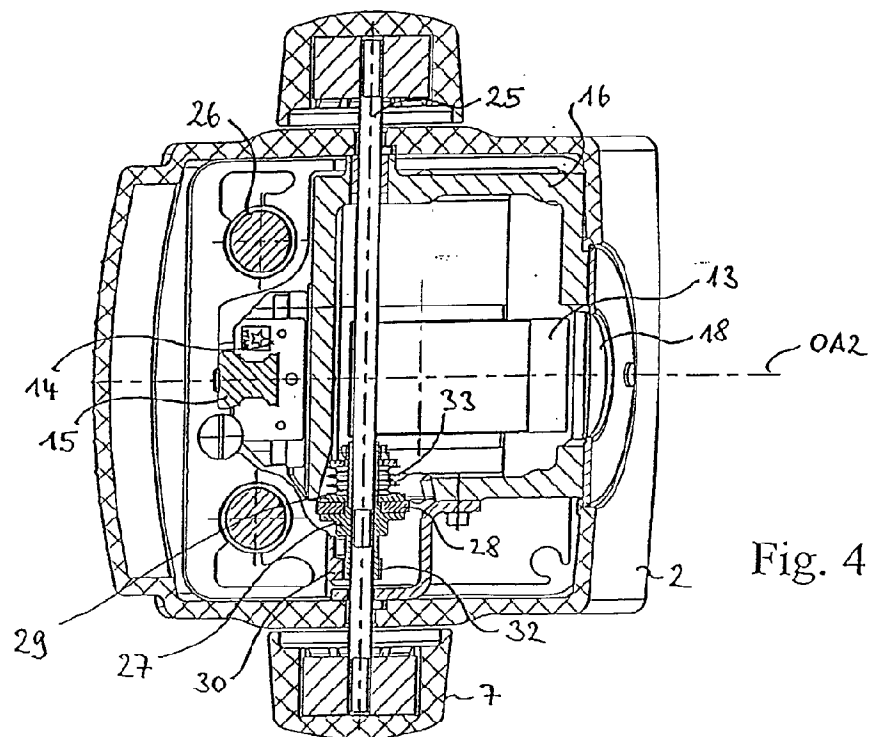
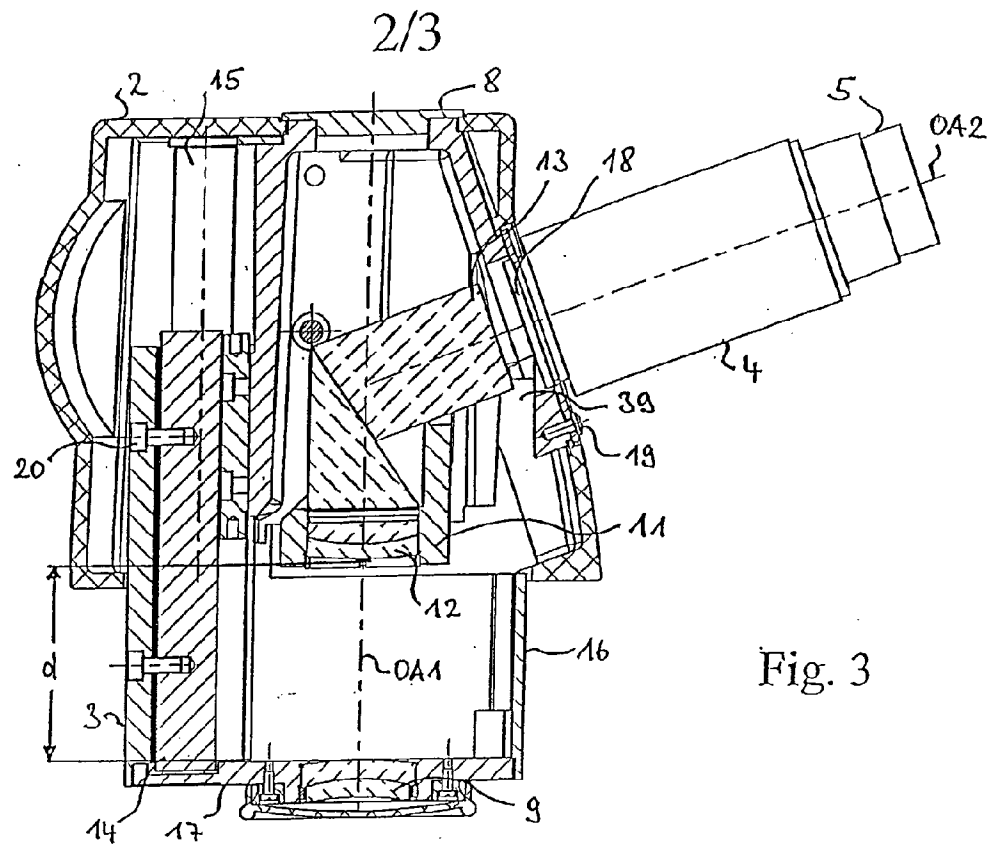


Fig. 7



3/3

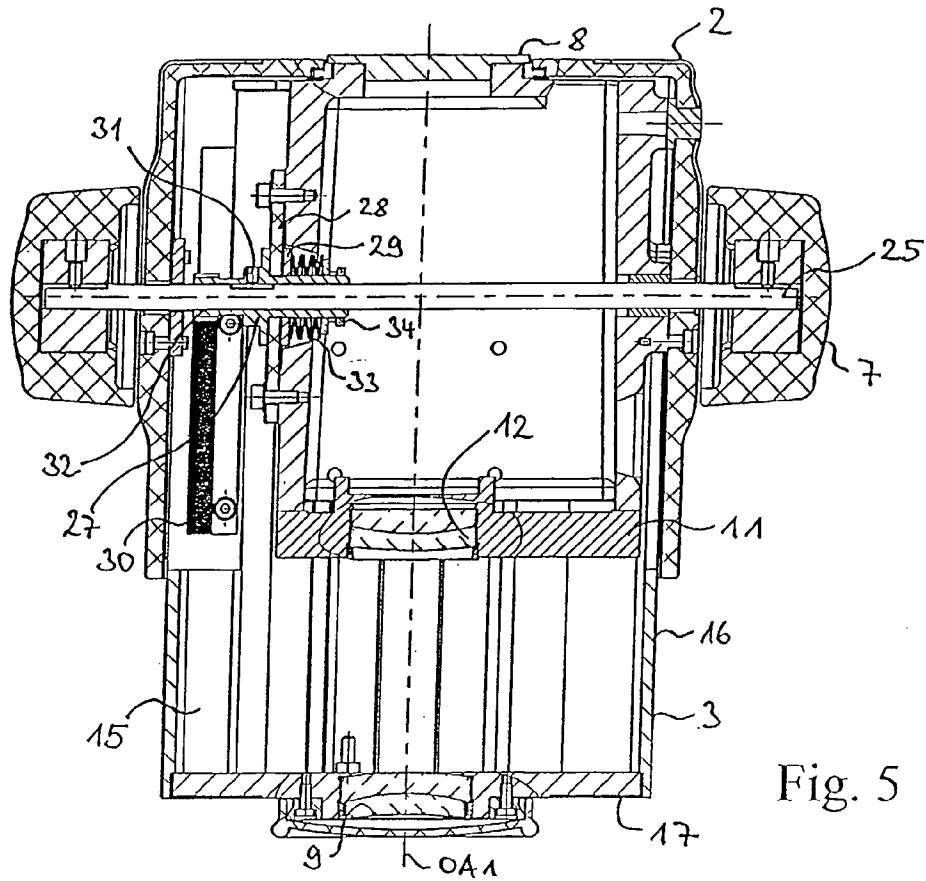


Fig. 5

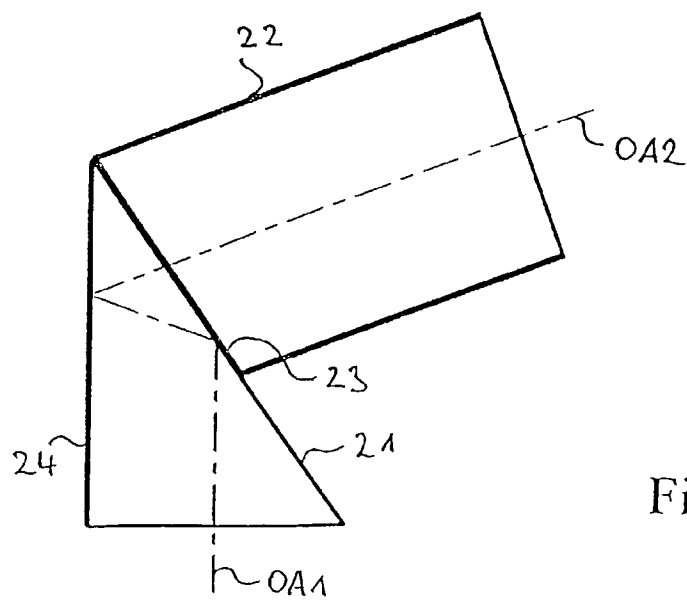


Fig. 6